蝶と蛾 *Trans. lepid. Soc. Japan* **60** (4): 245–251, March 2010

紀伊山地産ホシミスジの亜種帰属について—日本産ホシミスジの1新亜種

福田晴男 [1]・美ノ谷憲久 [2]・新川　勉 [3]

[1] 409-0126 山梨県上野原市コモアしおつ 1-27-5
[2] 254-0814 神奈川県平塚市龍城ヶ丘 2-33-107
[3] 170-0005 東京都豊島区南大塚 1-32-3

Notes on subspecies reversion of *Neptis pryeri* (Lepidoptera, Nymphalidae) in the Kii Mountains—Description of a new subspecies from Japan

Haruo Fukúda[1], Norihisa Minotani[2] and Tsutomu Shinkawa[3]

[1] 1-27-5,Commore Shiotsu, Uenohara-shi, Yamanashi, 409-0126 Japan
[2] 2-33-107, Ryûjôgaoka, Hiratsuka-shi, Kanagawa, 254-0814 Japan
[3] 1-32-3, Minamiotsuka, Toshima-ku, Tokyo, 170-0005 Japan

Abstract The subspecies division of the Japanese population of *Neptis pryeri* Butler is revised. Through the analysis of wing maculation and mtDNA (*ND5*), a new subspecies *N. pryeri kiiensis* is described for the population ranging on the lime stones and rocky areas of the Kii Mountains in the Kii Peninsula, to which *N. p. iwasei* Fujioka ,1998 has so far been applied.

Key words Nymphalidae, *Neptis pryeri kiiensis*, Kii mountains, new subspecies, taxonomy.

はじめに

筆者らの二人, 福田・美ノ谷は,「奈良県に分布する2系統のホシミスジについて」の中で, 紀伊山地に孤立分布する黒化型ホシミスジは, 本州中部以北亜種 *Neptis pryeri iwasei* とも瀬戸内亜種 *N. p. setoensis* とも違う集団であることを述べ, 亜種問題は, 別の機会に整理して詳しく報告するとした (福田・美ノ谷, 2004). これまでに, 筆者らの二人, 福田・美ノ谷は, 日本産各地のホシミスジについて, 地質や気候・食餌植物などの環境要因を吟味し, 分布成因の仮説を立て, 最終的には成虫の斑紋分析から, その一つ一つの集団の分類学的位置づけを決定する研究を展開してきた (福田・美ノ谷, 1999, 2000, 2002; 藤岡ほか, 1999; 福田ほか, 2000; 福田, 2007). しかしながら, 近年, 日本産蝶類のいくつかの種について, DNA 解析が行われ, それらが示す地理的隔離の歴史的時間経過のデータが, 分布成因の解明に有効であることが分かってきた. そこで, 筆者らの二人, 福田・美ノ谷は, その流れを受け, 成虫斑紋だけでなく, DNA 解析の手法を取り入れることが分布成因研究を進める上で重要であると考えるようになった. この考えを持つ契機は, 筆者らの二人, 美ノ谷・新川が, フタスジチョウ *Neptis rivularis* の各亜種間の違いを DNA で解析したことに始まる. 予想に反し, フタスジチョウは日本・中国・韓国の検体すべての mt*ND5* DNA が完全に一致した (美ノ谷ほか, 2002). 以来, 筆者らの二人, 美ノ谷・新川は, 日本産ホシミスジではどうなるのか DNA 解析が気がかりとなり, いくつかの産地個体群で試験的な解析を試みた. ところが, 今度はフタスジチョウとは違う結果を生むこととなった. ホシミスジは, 各産地ごとに少なからず DNA に違いが見られたのである. その後, 筆者らの一人, 福田も加わり, 日本産や一部外国産のホシミスジについても, mt*ND5* DNA 解析を進行させ, その情報とフィールド情報とを総合し, 三人で論議を共有し今日まで研究を継続してきた. そのような中で, DNA 解析データの紀伊山地個体群の部分が, 本州中部以北亜種 *iwasei* とも瀬戸内亜種 *setoensis* とも違うクラスターに入ることが明確となり, 懸案であった紀伊山地個体群の分類学的位置づけが明らかとなった. 本報では, 成虫斑紋の分析, DNA 解析の結果から, 紀伊山地個体群の新亜種記載を行う. 紀伊山地個体群の食餌植物, 幼虫生態, 気候, 地質を含めた生息環境については,「奈良県に分布する2系統のホシミスジについて」(福田・美ノ谷, 2004) を参照されたい.

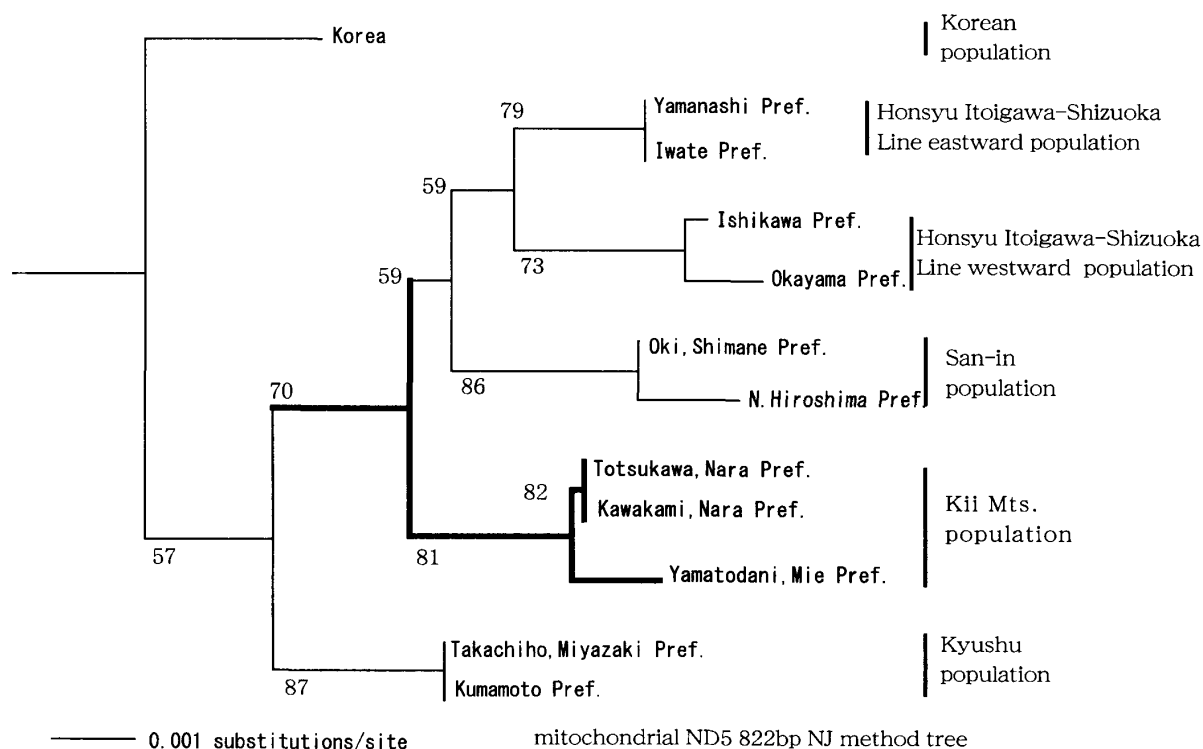



Fig. 1. Phylogenetic relationship of Japanese *Neptis pryeri* subspecies inferred from mt*ND5* DNA.

成虫斑紋の分析

斑紋の分析に供した標本産地は以下の通りである.

紀伊山地個体群: 奈良県川上村・十津川村の28個体 (Figs 2–10).
瀬戸内亜種: 奈良県大淀町・大阪府大東市・京都府宇治市・滋賀県大津市の計55個体(Figs11,12)
本州中部以北亜種: 山形県南陽市・山形県朝日村・新潟県山北町・埼玉県秩父市大滝・東京都八王子市・山梨県北杜市・長野県岡谷市・長野県大鹿村の計298個体 (Figs 13–16).

ホシミスジ紀伊山地個体群の成虫斑紋の分析は, 隣接している *setoensis* と行った. 前後翅表面裏面の白斑の形状を比較検討した. また, 紀伊山地個体群と *iwasei* との成虫斑紋の形状を比較検討した. 紀伊山地個体群と同程度 (後翅表面亜外縁の白帯が6室で痕跡程度になり, 後翅裏面亜外縁の6つの白斑列が消失あるいは痕跡程度になる) の黒化型が出現する *iwasei* 各産地の出現頻度とその特徴および紀伊山地個体群には見られない *iwasei* の多様性ある斑紋変異にも触れた. *setoensis* の中にわずかに黒化型にはならないが, 黒化傾向を示す産地が存在するが, 紀伊山地個体群と隣接している産地には存在していないことを付記しておく.

はじめに, 紀伊山地個体群と *setoensis* の比較検討を行う. 前後翅表面裏面の白斑の形状を詳しく調べた結果, Table 1に示すような違いが見られた. 紀伊山地個体群は, 前翅表面の白斑の発達が弱く, 黒い部分が目立つ. 特に前翅表面の亜外縁の1室から2室, 4室から5室に出現する白い筋 (一条流紋) がほとんど出現しないか全く出現しない.基部から中室にかけての5つの白斑列も小さく出現する. 後翅表面の亜外縁の白帯は, 1b室から6室にいくに従って小さく痕跡程度になり, 2室の白斑は2つに分かれる場合が多い. 後翅裏面の亜外縁の白帯は, 各室の翅脈間に隙間ができ, やや丸みを帯びる傾向がある. 亜外縁の白斑列は全く出現しないか痕跡程度である (Figs 2–10). 筆者らの二人, 福田・美ノ谷は, 三重県大台町 (旧宮川村) 産のホシミスジについても, 成虫斑紋の特徴が紀伊山地個体群 (奈良県川上村・十津川村産) と同一であることを確認している. それに対し, *setoensis* は, 前翅表面の白斑の発達が強く, 白い部分が目立つ. 特に前翅表面の亜外縁に沿って出る白い筋 (一条流紋) がはっきりと白く出現する. 基部から中室にかけての5つの白斑列も太く大きく出現する場合がほとんどである. 後翅表面の亜外縁の白帯は, 1b室から6室まで太く大きく歯型状に出現する. 後翅裏面の亜外縁の白帯は, 各室の翅脈

Table 1. Diagnostic features of wing maculation between *N. pryeri kiiensis* subsp. nov. and *N. pryeri setoensis*.

	kiiensis	*setoensis*
White maculation area on the upperside of both wings	small	large
Submarginal fascia on the upperside of forewing	absent or scarce	prominent
Five white patches from base to the cell on the upperside of forewing	small	mostly large
Postdiscal band on the upperside of hindwing	vestigial or small	large and dentate
Postdiscal band on the under side of hindwing	white patch in cell rather small, interrupted by veins	white patch in the cell large, dentate, not so much interrupted by veins
Line of white patches in submarginal fascia on the underside of hindwing	absent or vestigial	clear line of 6 patches

間の隙間が少なく歯型状に太く大きく出現する.亜外縁の白斑列は6つともはっきりと出現する (Figs 11–12).

このことから,紀伊山地個体群は,明らかに*setoensis*とは違う集団であることが分かる.

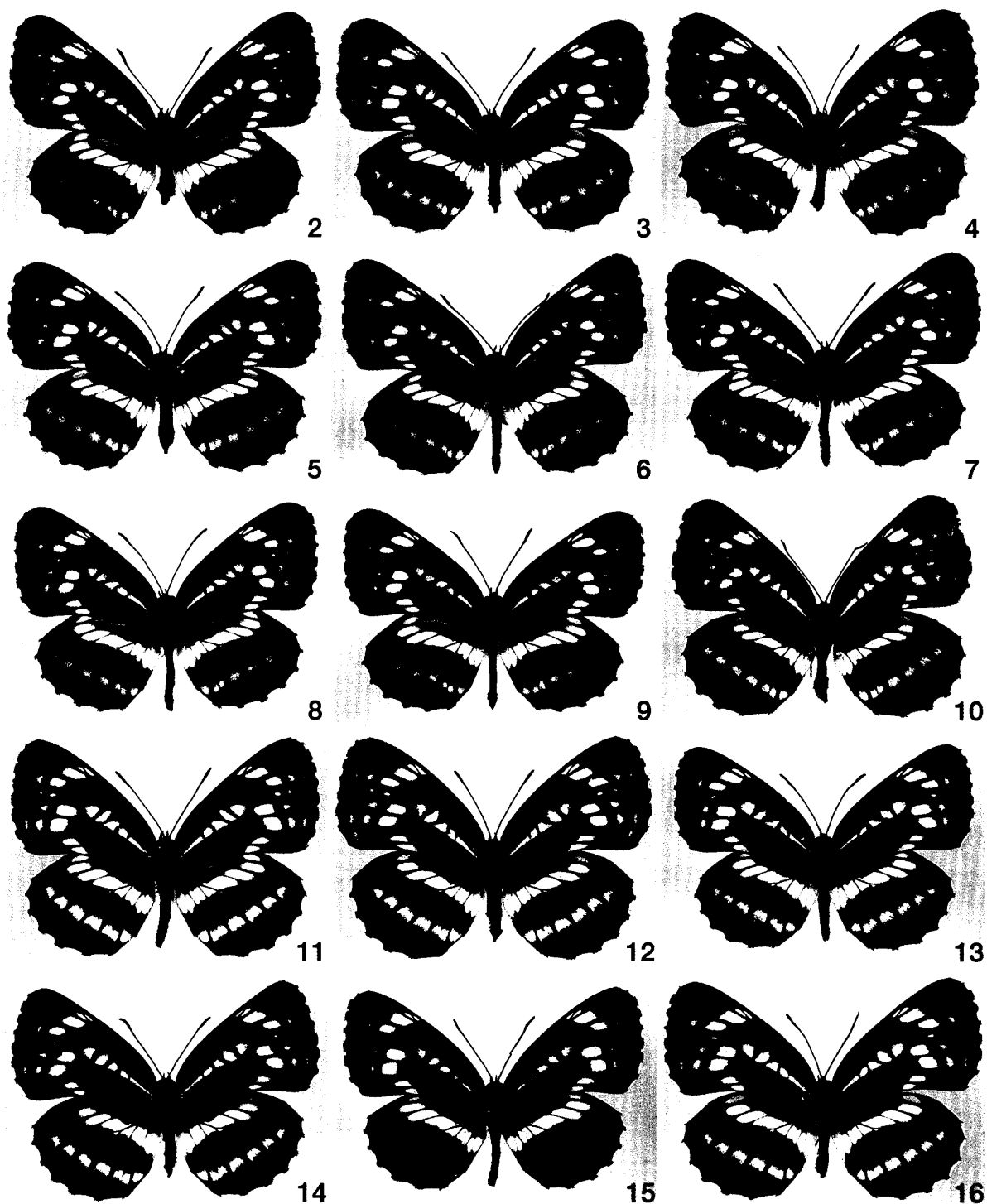
つぎに,紀伊山地個体群と*iwasei*の比較検討を行う.*iwasei*は,*setoensis*と違い,比較的黒化型 (後翅表面亜外縁の白帯が6室で痕跡程度になる) が出現しやすいのが特徴である.その出現頻度は産地により違っている.山形県南陽市4/58; 7%,山形県朝日村5/24; 21%,新潟県山北町1/26; 4%,埼玉県秩父市大滝9/54; 17%,東京都八王子市9/52; 17% (福田, 2003),山梨県北杜市0/25; 0%,長野県岡谷市3/32; 9%,長野県大鹿村19/27; 70%となり,これら8産地の平均黒化型出現頻度は,50/298; 17%となる.紀伊山地個体群は90%程度が黒化型となり,6室が痕跡程度にならない黒化型に近い個体を含めるとほぼ100%が黒化型となる.また,後翅裏面亜外縁の白斑列は全く出現しないか痕跡程度で,翅全体の斑紋もほとんど安定している.それに対し,*iwasei*は,上記のように8産地の中では0%から70%程度が黒化型となるが,それらの黒化型は,産地ごとに斑紋にバラツキが見られるのが特徴である.また,紀伊山地個体群と決定的に違うことは,多くの産地で*iwasei*は黒化型にならない個体が多く,後翅裏面亜外縁の白斑列の形状に多様性が見られることである.すなわち,6つの斑紋が明確に出現したり,やや薄く出現したり,痕跡程度になったり,全く出現しなかったり様々な様相を呈すことである (Figs 13–16).

これらのことから,紀伊山地個体群は,*iwasei*とも同一の集団ではないことが分かる.

DNAの解析

DNAによる日本および一部外国産を含めたホシミスジグループの解析結果は,筆者らが別に論文を進めているが,今回は紀伊山地個体群について東日本個体群,西日本個体群や山陰個体群などの部分を抜粋し,比較検討する.*ND5* (ミトコンドリア遺伝子) の822対塩基配列を用いて*paup*4.0b10ソフトで作成し,NJ法 (近隣結合法) で構築した分子系統樹をFig. 1に示した.この分析の結果では日本産ホシミスジは地域的に特異な分化をしていることが分かってきている.他の蝶には少ない地域分化であり,日本列島への進入過程の多少の時間的な差,そして隔離がもたらした結果であろうと推察される.

紀伊山地個体群は日本産ホシミスジの中ではまとまった集団で塩基置換も東日本個体群や西日本個体群とは0.488〜0.504%ぐらい,隠岐や山陰個体群とは0.488%ぐらいの差があり,長い隔離時間が推定される.成虫の斑紋も安定した黒化型となっている.紀伊山地個体群は近隣の西日本個体群およびやや分布の離れている東日本個体群とは長期にわたり隔離があることを示し,日本産ホシミスジの中で歴史的に違う時期に日本に侵入して来たと思われる.

日本産ホシミスジは斑紋形態と分子系統での個体群が完全に一致しないものもある.そのような点から斑紋形態からだけでは地理的隔離の考察は難しい場合もあり,さらに斑紋の変異は生息地が小集団化しているホシミスジの個体群では,ボトルネック効果の可能性は払拭しきれない.しかし,紀伊山地

Figs 2–16. *Neptis pryeri* subspp. 2–5. *N. p. kiiensis* subsp. nov., Nara Pref., Yoshino-gun, Kawakami-mura, Kohnotani. 2, ♂, holotype; 3, ♀, paratype; 4, ♀, paratype; 5, ♀, paratype. 6–10. *N. p. kiiensis* subsp. nov. Nara Pref., Yoshino-gun, Totsukawa-mura,Taki. 6, ♂, paratype; 7, ♂, paratype; 8, ♂, paratype; 9, ♂, paratype; 10, ♀, paratype. 11–12. *N. p. setoensis*. 11, ♂, Osaka-fu, Daito; 12, ♀, Nara Pref., Yoshino-gun, Oyodo-cho. 13–16. *N. p. iwasei*. 13–14. Yamanashi Pref., Hokuto, ♂, ♀. 15–16. Saitama Pref., Chichibu, Otaki, ♂, ♀.

Figs 2–16. Underside.

個体群は斑紋変異も安定した黒化型個体群であり，分子系統解析の結果も長い歴史的時間の経過を支持している．

以上，成虫斑紋の分析およびDNAの解析から，紀伊山地個体群は瀬戸内亜種 *setoensis* とも本州中部以北亜種 *iwasei* とも異なる集団であると判断した．すでに，藤岡 (1998) は，紀伊山地個体群を含めた日本本土 (本州・四国・九州) 産に亜種名 *iwasei* を適用しているが，本研究により，別亜種に分割されることとなる．以下に新亜種の記載を行う．

新亜種の記載

Neptis pryeri kiiensis **subsp. nov.** (Figs 2–10) ホシミスジ紀伊山地亜種

紀伊山地亜種は,前後翅表面全体の白斑面積は小さく全て黒化型となる.瀬戸内亜種は,前後翅表面全体の白斑面積は大きく黒化型にならない (Figs11,12). 本州中部以北亜種は,前後翅表面全体の白斑面積の小さい黒化型個体が各産地ごとにバラツキはあるものの平均20%程度出現するが,その多くの個体は,白斑面積が大きくなり,黒化型にならない (Figs 13–16) (Table 1). DNA解析においても紀伊山地亜種と瀬戸内亜種,本州中部以北亜種との違いは明らかである (Fig. 1).

Holotype. ♂ (Fig. 2), Nara Pref., Kawakami-mura, Kohnotani, em. 28. X. 2002, *ex* larva, N. Minotani leg., preserved in the National Science Museum, Tokyo. Paratypes. 1♀ (Fig. 3), Nara Pref.,Kawakami-mura, Kohnotani, em. 18. X. 2002, *ex* larva, H. Fukúda leg.; 1♀ (Fig. 4), Nara Pref., Kawakami-mura, Kohnotani, em. 12. X. 2002, *ex* larva, H. Fukúda leg.; 1♀ (Fig. 5), Nara Pref., Kawakami-mura, Kohnotani, em. 6. X. 2002, *ex* larva, H. Fukúda leg.; 1♂ (Fig. 6), Nara Pref., Totsukawa-mura, Taki, em. 29. IX. 2002, *ex* larva, N. Minotani leg.; 1♂ (Fig. 7), Nara Pref., Totsukawa-mura, Taki, em. 8. X. 2002, *ex* larva, H. Fukúda leg.; 1♂ (Fig. 8), Nara Pref., Totsukawa-mura, Taki, em. 30. IX. 2002, ex larva, H. Fukúda leg.; 1♂ (Fig. 9), Nara Pref., Totsukawa-mura, Taki, em. 4. X. 2002, ex larva, H. Fukúda leg.; 1♀ (Fig. 10), Nara Pref., Totsukawa-mura, Taki, em. 4. X. 2002, *ex* larva, N. Minotani leg. Paratypes are in the collection of H. Fukúda, one of the authors.

Distribution. Japan (the Kii mountains in the Kii Peninsula areas; Nara Pref. and Mie Pref., Kinki)

亜種名は,本亜種の分布圏が紀伊山地の一部に限られることに因む.

分布. 奈良県川上村・十津川村・三重県大台町 (旧宮川村).

なお, Fig. 1に示された日本産ホシミスジの*ND5*による系統関係の中で,九州個体群は,西日本個体群とは違うクラスターに入ることが判明している.筆者らは,すでに成虫斑紋についても違いを見出しており,近く亜種の記載を含めた報告を行う予定である.また,山陰個体群と西日本個体群の関係を含め,日本各地の個体群についても,成虫斑紋の分析とDNAの解析との整合性を図りながら検討を加えていきたいと考えている.「三重県レッドデータブック動物2005」の294ページの中で中西 (2005) は,三重県大台町 (旧宮川村) 産のホシミスジに四国東南部山地亜種*hamadai*を適用しているが,三重県を含む奈良県の紀伊山地個体群は*hamadai*とは分布成因を異にする別亜種の関係にあることを付記しておく.

謝　辞

本報告を行うに際し,三重県大台町 (旧宮川村) 産のホシミスジについて有益なご助言をいただいた中西元男氏,三重県大台町 (旧宮川村) 産の資料を提供いただいた野村賢二氏,山陰個体群の一部について資料を提供していただいた伊藤寿氏に深く感謝申し上げる.

引用文献

藤岡知夫, 1998. 世界のホシミスジの地理変異—2新亜種の記載を含む—. ホシザキグリーン財団研究報告 (2): 263–274.
藤岡知夫・美ノ谷憲久・福田晴男, 1999. 四国産ホシミスジの地理変異—1新亜種の記載を含む—. 月刊むし (343): 2–8.
福田晴男, 2003. 東京都八王子市産ホシミスジ成虫斑紋変異とその特徴. 蝶研フィールド (199): 4–7.
————, 2007. 琵琶湖周辺に分布する3系統のホシミスジ. 蝶研フィールド (248): 9–17.
福田晴男・美ノ谷憲久, 1999. ホシミスジを考える (1) 本州中部以北産のホシミスジ. 蝶と蛾 **50**: 93–103.
————, 2000. ホシミスジを考える (3) 西日本産のホシミスジ (本土亜種の分割と1新亜種の記載). 蝶と蛾 **51**: 29–43.
————, 2002. 西日本の日本海海岸線に分布するホシミスジ. 蝶研フィールド (193): 17–22.
————, 2004. 奈良県に分布する2系統のホシミスジについて. 月刊むし (396): 29–34.

福田晴男・美ノ谷憲久・岩野秀俊, 2000. 北上高地のホシミスジについて—本州中部以北亜種の分割と1新亜種の記載—. 月刊むし (352): 4–11.
美ノ谷憲久・新川　勉・谷川由希子・長谷部光泰・毛利秀雄, 2002. フタスジチョウのミトコンドリア *ND5* による解析結果について (予報). 蝶類DNA研究会ニュースレター (8): 19–23.
中西元男, 2005. 三重県レッドデータブック2005動物: 294. 三重県環境保全事業団, 三重.

Summary

Fujioka (1998) and Fujioka *et al.* (1999) divided *N. pryeri* in Japan into three subspecies, that is, *yodoei* of the Oki Is on the Japan Sea, *iwasei* in the mainland of Japan and *hamadai* in southeastern mountains of Shikoku. Later, Fukúda and Minotani (2000) separated the population of the lowland areas of Setonainai Sea as a new subspecies *setoensis* and Fukúda *et al.* (2000) separated the population of Kitakami highlands as a new subspecies *kitakamiensis*.

In the present study, it was revealed that the specimens from the Kii mountains in Kii peninsula are different from *iwasei* and *setoensis*. The wing maculation of the 9 specimens of *kiiensis* were illustrated in Figs 2–10 and its result was summarized in Table 1. The phylogenetic tree of Japanese *Neptis pryeri* constructed with the NJ method by the *paup*4.0b10 software package is shown in Fig. 1. Here, our molecular phylogenetic analysis revealed that the Kii Mountains population of *Neptis pryeri* should be independent from other Japanese populations.

A new subspecies, *Neptis pryeri kiiensis* Fukúda, Minotani & Shinkawa, subsp. nov. was described from the area of the Kii mountains based on analysis of wing maculation and mtDNA *ND5*.

The Japanese *Neptis pryeri* group is thus summarized as follows.

*Neptis pryeri kitakamiensi*s Fukúda, Minotani & Iwano, 2000
Neptis pryeri iwasei Fujioka, 1998
Neptis pryeri setoensis Fukúda & Minotani, 2000
Neptis pryeri yodoei Fujioka, 1998
Neptis pryeri hamadai Fujioka, Minotani & Fukúda, 1999
Neptis pryeri kiiensis Fukúda, Minotani & Shinkawa, subsp. nov.

(Accepted August 23, 2009)